



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 37 143 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 K 17/08**  
F 16 H 61/32

②① Aktenzeichen: P 41 37 143.7  
②② Anmeldetag: 12. 11. 91  
④③ Offenlegungstag: 13. 5. 93

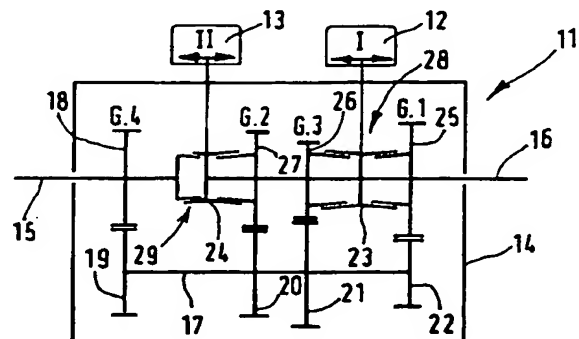
DE 4137143 A1

⑦① Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 7990 Friedrichshafen, DE

⑦② Erfinder:  
Milbradt, Gerhard; Gazykan, Ünal, 7990  
Friedrichshafen, DE

⑤④ Kraftfahrzeuggetriebe

⑤⑦ Es wird ein Kraftfahrzeuggetriebe, insbesondere ein mehrstufiges synchronisiertes Vorlegegetriebe beschrieben, bei dem jeweils zwei Gänge einem der mehreren Schaltpakete (28, 29) zugeordnet ist. Wesentlich dabei ist, daß die einem Schaltpaket (28, 29) zugeordneten zwei Gänge (1. und 3. bzw. 2. und 4.) nicht aufeinanderfolgende Gänge sind. Hierdurch besteht der große Vorteil, daß ein Schaltsystem "Schalten-Schalten" erhalten wird, bei welchem überschneidende Betätigungen und damit eine Verringerung der Schaltnebenzeiten möglich ist. Bei bestimmten Gängen können mehrere Schaltpakete bzw. Synchroneinrichtungen zugleich belastet werden, wodurch die Belastung der einzelnen Schaltpakete (28, 29) wesentlich reduziert wird. Große Vorteile wie kürzere Schaltzeiten, längere Lebensdauer der Synchronpakete und kleinere Schaltpakete können erzielt werden.



DE 4137143 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kraftfahrzeuggetriebe, insbesondere ein mehrstufiges synchronisiertes Vorgelegegetriebe gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei den heutigen mehrstufigen Kraftfahrzeuggetrieben sind einem Schaltpaket jeweils zwei aufeinanderfolgende bzw. benachbarte Gänge zugeordnet. Durch ein erstes Schaltpaket, bestehend beispielsweise aus Schaltmuffe mit oder ohne Synchronisierung, Schaltschwinge oder Schaltklaue usw., werden beispielsweise der erste und der zweite Gang ein- bzw. ausgerückt, während ein zweites Schaltpaket beispielsweise den dritten und vierten Gang, und eventuell über ein drittes Schaltpaket weitere zwei Gänge geschaltet werden können. Wird bei einem solchen bekannten Getriebe der nächsthöhere oder niedrigere Gang geschaltet, findet während des Schaltvorgangs, zumindest bei den niedrigen Gängen, eine Zugkraftunterbrechung statt, da über die Synchronisierung des nächsten Ganges, beispielsweise beim Hochschalten, eine Geschwindigkeitsangleichung der Vorgelegewelle vorgenommen werden muß. Bei Gangwechsel vom ersten in den zweiten Gang, muß die Synchronisierung des zweiten Ganges eine Abbremsung des entsprechenden Gangrades und damit der gesamten Vorgelegewelle vornehmen, um das Einrücken zu ermöglichen. Hierdurch findet ein verhältnismäßig hoher Verschleiß (hohe Belastung) der Synchronpakete statt, wodurch deren Lebensdauer relativ kurz ist. Zudem wird eine erhöhte Synchronisierungszeit benötigt, wodurch es mit den Schaltnebenzeiten, die aufgrund der Anlaufvorgänge während des Gangwählvorganges und von Totzeiten in der Steuerung entstehen können, zu einer langen Zugkraftunterbrechung kommt. Um beispielsweise einem solch hohen Verschleiß zu begegnen, müssen die Synchronpakete relativ groß ausgelegt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kraftfahrzeuggetriebe oben genannter Gattung anzugeben, das wesentlich verbesserte Schalteigenschaften, verbunden mit erhöhter Lebensdauer, insbesondere seiner Synchronisierungen, in Verbindung mit konstruktiven Verbesserungen, ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeuggetriebe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Demgemäß wird eine neue Gangradanordnung realisiert, d. h. die einem jeden Schaltpaket zugeordneten zwei Gänge sind nicht aufeinanderfolgende Gänge. So werden beispielsweise von einem ersten Schaltpaket die Gänge 1 und 3, von einem zweiten Schaltpaket die Gänge 2 und 4, usw., betätigt. Hierdurch besteht die Möglichkeit, beim Gangwechsel beispielsweise vom ersten in den zweiten oder vom zweiten in den dritten Gang, die getrennte Steuerbarkeit der Gangschalteinrichtungen zu einer Reduzierung der Schaltnebenzeiten auszunützen, da nebeneinanderliegende Gänge durch verschiedene Schaltpakete bzw. Gangschalteinrichtungen betätigt, bzw. geschaltet werden.

Hierfür ist von Vorteil, wenn einem jeden Schaltpaket eine Betätigungseinrichtung zugeordnet ist, die unabhängig von den Betätigungseinrichtungen der übrigen Schaltpakete betrieben und gesteuert werden. Dazu kann selbstverständlich jede an sich bekannte Betätigungseinrichtung mit unterschiedlichen Energien, wie hydraulische, pneumatische oder elektrische Einrichtungen, Verwendung finden. Bei den heutigen mehrstufigen

Schaltgetrieben wird jedoch immer mehr dazu übergegangen, das in jedem Fahrzeug vorhandene elektrische Bordnetz als Energiequelle zu verwenden, wobei der Trend zudem zur elektronischen Steuerung von Fahrzeugfunktionen geht. Daher ist von besonderem Vorteil, wenn ein Mechanismus, der durch elektrischen Strom gesteuert und betätigt wird, Verwendung findet, beispielsweise ein Elektromotor, in Verbindung mit einer elektronischen Steuerung als Betätigungseinrichtung. Zur Umwandlung der durch den Elektromotor erhaltenen, in bezug auf Drehmoment und Drehrichtung gesteuerten Rotationsbewegung, in eine translatorische Schaltbewegung für das Schaltpaket, kann jede zweckmäßig ausgelegte Einrichtung, die eine solche Wandlung ermöglicht, verwendet werden. So kann beispielsweise ein räumliches Kurvengetriebe, wie Gewindespindel oder Kugelgewindespindel in Verbindung mit einer entsprechenden Mutter, oder eine Zahnstangeeinrichtung, usw. verwendet werden. Durch diese Betätigungseinrichtungen kann eine sehr genaue Steuerung der translatorischen Stellbewegungen für die Schaltpakete des Getriebes erreicht werden.

Durch die Möglichkeit, die Betätigungseinrichtungen unabhängig voneinander zu betreiben und zu steuern, können die Gangschaltvorgänge so gesteuert werden, daß eine überschneidende Betätigung der Wandler und damit der Schaltpakete, stattfindet. Hierdurch werden die Schaltnebenzeiten verringert. Dies kann in vorteilhafter Weise insbesondere dadurch vorgenommen werden, daß die Synchronisierungen mehrerer Schaltpakete gleichzeitig belastet werden können. Dies ist immer dann möglich, wenn beim Heraus- (Herunterschalten) noch mindestens ein höherer (tieferer) Gang vorhanden ist. Wird beispielsweise vom ersten in den zweiten Gang geschaltet, kann gleichzeitig mit Betätigung des Schaltpakets für den zweiten Gang auch das Schaltpaket des dritten Ganges belastet werden, um die Geschwindigkeit der Vorgelegewelle herabzusetzen. Durch das Abbremsen bzw. In-Schleifkontakt-Bringen des Schaltpakets des dritten Ganges, zusätzlich zu demjenigen des zweiten Ganges, der geschaltet wird, sinkt die Belastung der einzelnen, belasteten Schaltpakete. Dies bringt erhebliche Vorteile, wie kürzere Schaltzeiten, längere Lebensdauer der Schaltpakete sowie die Möglichkeit, kleinere Schaltpakete einzusetzen, wodurch insgesamt eine sehr wirtschaftliche Ausführung erreicht wird.

Bei Einsatz des erfindungsgemäßen Schaltsystems, das gemeinhin als System "Schalten-Schalten" bezeichnet wird, im Vergleich mit dem System "Wählen-Schalten" gemäß Stand der Technik, werden überschneidende Schaltungen und damit eine Verringerung der Schaltnebenzeiten mit weiteren, damit zusammenhängenden Vorteilen, möglich.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Vergleich mit einem Ausführungsbeispiel gemäß Stand der Technik, unter Bezug auf die Zeichnung, näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Vierganggetriebes gemäß bekannter Ausführungsform/Gangradanordnung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Vierganggetriebes mit erfindungsgemäßer Gangradanordnung,

Fig. 3 eine Grundoperationsstruktur der Schaltvorrichtung des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeuggetriebes nach Fig. 2.

Das in Fig. 1 dargestellte Kraftfahrzeuggetriebe

gemäß Stand der Technik ist ein mehrstufiges synchronisiertes Vorgelegegetriebe (vier Gänge) mit klassischem Aufbau, von dem sich das in Fig. 2 schematisch dargestellte erfindungsgemäße Getriebe 11 lediglich durch die Anordnung der Gangräder im Verhältnis zu den Betätigungseinrichtungen 12, 13, unterscheidet.

So sind bei der Anordnung nach Fig. 1 gemäß Stand der Technik jeder Betätigungseinrichtung 12, 13 zwei aufeinanderfolgende Gänge zugeordnet, also der Betätigungseinrichtung 12 der erste und zweite Gang, während durch die Betätigungseinrichtung 13 der dritte und vierte Gang betätigt wird.

Beim erfindungsgemäßen Getriebe nach Fig. 2 sind jeweils einer Betätigungseinrichtung 12, 13 nicht benachbarte Gänge zugeordnet, d. h. der ersten Betätigungseinrichtung 12 der erste und dritte Gang, während der zweiten Betätigungseinrichtung 13 den zweiten und vierten Gang bedient.

Prinzipiell besteht sowohl das bekannte, als auch das erfindungsgemäße Getriebe aus einem Gehäuse 14, in dem eine Antriebswelle 15 koaxial mit einer Abtriebswelle 16 angeordnet sind, zu denen achsparallel versetzt eine Vorgelegewelle 17 vorgesehen ist. Die von der Antriebswelle 15 übernommene Drehbewegung wird über die Fixräder 18 und 19 auf die Vorgelegewelle 17 übertragen, auf der entsprechend der vorgesehenen Gangzahl weitere Zahnräder 20, 21 und 22, entsprechend den Gängen eins bis drei, vorgesehen sind. Der vierte Gang wird durch direktes Ankoppeln der Antriebswelle 15 mit der Abtriebswelle 16 erzielt.

Auf der Abtriebswelle 16 sind drehfest, jedoch axial verschieblich Schaltmuffen 23 und 24 vorgesehen, die mit den Betätigungseinrichtungen 12 bzw. 13 trieblich verbunden sind. Auf der Abtriebswelle 16 sind des weiteren die Losräder 25, 26 und 27 für den ersten, zweiten bzw. dritten Gang angeordnet, die jeweils mit den Zahnrädern 22, 21, bzw. 20 der Vorgelegewelle 17 trieblich verbunden sind. Einem jeden Gangpaar ist ein Schaltpaket 28 bzw. 29 zugeordnet, das jeweils aus der entsprechenden Schaltmuffe 23 bzw. 24, einem an dem entsprechenden Losrad und an der Antriebswelle 15 vorgesehenen Teil und der jeweiligen Synchronisierungseinrichtung besteht.

Im weiteren sind die Funktionen des erfindungsgemäßen Getriebes anhand insbesondere der Darstellung nach Fig. 2 beschrieben.

In den Darstellungen gemäß Fig. 1 und 2 befinden sich die beiden Betätigungseinrichtungen 12 und 13 in Neutralstellung, d. h. kein Gang ist eingerückt. Bei Anfahren des Fahrzeugs ist über die Betätigungseinrichtung 12 der erste Gang eingeschaltet, wodurch eine Bewegungs- bzw. Kraftübertragung von der Antriebswelle 15 über das Räderpaar 18, 19 über die Vorgelegewelle 17, das Räderpaar 22, 25, die rechte Kupplungs- und Synchronisierungseinrichtung des Schaltpakets 28, Schaltmuffe 23, auf die Abtriebswelle 16 erfolgt.

Ist nun beabsichtigt, aus dem ersten in den zweiten Gang zu schalten, wird über die Betätigungseinrichtung 12, beispielsweise nach Ansteuerung des entsprechenden Motors und der Lineareinrichtung der Betätigungseinrichtung (hier nicht dargestellt), die Schaltmuffe 23 aus ihrem Eingriff mit dem Losrad 25 des ersten Ganges ausgerückt und in die in der Zeichnung dargestellten Neutralstellung gebracht. Gleichzeitig, bzw. kurz aufeinanderfolgend, wird über die zweite Betätigungseinrichtung 13 die Schaltmuffe 24 aus ihrer Neutralstellung auf das Losrad 27 des zweiten Ganges zubewegt. Dabei beginnt die Synchronisierung des Schaltpakets 29 zu

greifen und nimmt eine Geschwindigkeitsangleichung des Rades 27 mit der Schaltmuffe 24 bzw. der Abtriebswelle 16 vor, bis die entsprechenden Kupplungsverzahnungen zum Eingriff gebracht werden können.

Gleichzeitig besteht mit dem Beginn der Schaltbewegung durch die Betätigungseinrichtung 13 die Möglichkeit, die Betätigungseinrichtung 12 aus der nach dem Ausrücken des ersten Ganges eingenommenen Neutralstellung auf das Losrad 26 des dritten Ganges zubewegen. Dadurch wird das Schaltpaket 28 belastet und trägt ebenfalls zur Geschwindigkeitsangleichung der Vorgelegewelle bei. Durch die praktisch gleichzeitige Belastung der beiden Schaltpakete 28 und 29 des zweiten und dritten Ganges reduziert sich die notwendige Belastung eines jeden Schaltpaketes erheblich, wodurch auch deren konstruktive Auslegung entsprechend geringer gehalten werden kann.

Die gleiche, überlappende Betätigung der beiden Betätigungseinrichtungen 12, 13 kann beim Umschalten vom zweiten in den dritten Gang erreicht werden, indem zur Unterstützung des Schaltpaketes 28, bei der Einschaltung über die Betätigungseinrichtung 12 des dritten Ganges, das Schaltpaket 29 des vierten Ganges, durch dessen Betätigung über die Betätigungseinrichtung 13, vorgenommen wird.

In gleicher Weise kann beim Herunterschalten vom vierten in den dritten Gang bzw. vom dritten in den zweiten Gang jeweils das Schaltpaket des zweiten bzw. ersten Ganges stützend herangezogen werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Grundoperationsstruktur einer Schaltvorrichtung für das erfindungsgemäße Getriebe ist für ein Sechsganggetriebe ausgelegt und nicht für ein Vierganggetriebe, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt. Es ist aber klar ersichtlich, daß bei einem Vierganggetriebe, bei dem nur zwei Schaltpakete vorhanden sind, auch nur zwei Verzweigungen notwendig sind.

Die dargestellte Grundoperationsstruktur berücksichtigt:

- a. die elektrische Energie muß in mechanische Energie umgewandelt werden
- b. es muß eine translatorische Stellbewegung erzeugt werden
- c. die Stellbewegung muß an mehreren, räumlich verschiedenen Orten erzeugt werden und getrennt voneinander zur Verfügung stehen
- d. die Stellrichtung muß umkehrbar sein
- e. der Schaltmechanismus soll aus- bzw. einschaltbar sein
- f. die aktuelle Stellposition soll durch ein elektrisches Signal erkennbar/ermittelbar sein
- g. die Stellbewegung soll steuer- bzw. regelbar sein (Stellweg, Kraft).

Aus dem Schema ist zu erkennen, daß die zur Verwendung kommende elektrische Energie (U, I) bei 32, das für Verzweigen, beispielsweise mit Hilfe einer elektrischen Klemmeneinrichtung steht, auf eine Anzahl verzweigt wird, die der Anzahl der Betätigungseinrichtungen entspricht. In jeder Verzweigung wird bei 33, 34, 35 ein Koppeln/Entkoppeln, mit Hilfe eines beispielsweise entsprechenden Schalters, vorgenommen, über das Ein-/Ausignale 42, 43, 44 verarbeitet werden. Im weiteren Verlauf wird jeweils bei 36, 37 bzw. 38 ein Wandeln stattfinden (U, I in  $\phi$ , M) durch beispielsweise jeweils einen Elektromotor, wobei gleichzeitig eine Drehmomentsteuerung 45, 46 und 47 und eine Drehrichtungssteuerung 48, 49 bzw. 50 einfließt. Die hierdurch

erhaltenen Drehbewegungen werden im weiteren jeweils durch Wandeln ( $\varphi$ ,  $M$  in  $\dot{x}$ ,  $F$ ) bei 39, 40 bzw. 41 mit Hilfe beispielsweise von je einer einer Lineareinrichtung wie Gewindespindel oder ähnlichem, in je eine entsprechende translatorische Stellbewegung für die entsprechenden Betätigungseinrichtungen 12 bzw. 13, umgewandelt. Es findet folglich, wie bereits Eingangs erwähnt, für jede Betätigungseinrichtung eine separate Steuerung statt, die eine überlappende Aktivität der Betätigungseinrichtungen und somit der Schaltpakete ermöglicht.

#### Bezugszeichenliste

10 Kraftfahrzeuggetriebe gemäß Stand der Technik	15
11 Kraftfahrzeuggetriebe gemäß Erfindung	
12 erste Betätigungseinrichtung	
13 zweite Betätigungseinrichtung	
14 Gehäuse	
15 Antriebswelle	20
16 Abtriebswelle	
17 Vorgelegewelle	
18 Zahnrad	
19 Zahnrad	
20 Zahnrad	25
21 Zahnrad	
22 Zahnrad	
23 Schaltmuffe	
24 Schaltmuffe	
25 Losrad 1. Gang	30
26 Losrad 2. Gang	
27 Losrad 3. Gang	
28 Schaltpaket	
29 Schaltpaket	
32 Verzweigen (Klemme)	35
33 Koppeln/Entkoppeln (Schalter)	
34 Koppeln/Entkoppeln	
35 Koppeln/Entkoppeln	
36 Wandeln (Elektromotor)	
37 Wandeln (Elektromotor)	40
38 Wandeln (Elektromotor)	
39 Wandeln (Translationseinrichtung)	
40 Wandeln (Translationseinrichtung)	
41 Wandeln (Translationseinrichtung)	
42 Ein-/Aussignal	45
43 Ein-/Aussignal	
44 Ein-/Aussignal	
45 Drehmomentsteuerung	
46 Drehmomentsteuerung	
47 Drehmomentsteuerung	50
48 Drehrichtungssteuerung	
49 Drehrichtungssteuerung	
50 Drehrichtungssteuerung	

#### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeuggetriebe, insbesondere mehrstufiges synchronisiertes Vorgelegegetriebe, bei dem jeweils einem Schaltpaket zwei Gänge zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die einem Schaltpaket (28, 29) benachbart angeordneten zwei Gänge (1 und 3 bzw. 2 und 4) nicht aufeinanderfolgende Gänge sind.
2. Kraftfahrzeuggetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einem jeden Schaltpaket (28, 29) eine Betätigungseinrichtung (12, 13) zugeordnet ist, die unabhängig von den übrigen Betätigungseinrichtungen betrieben und gesteuert wird.

3. Kraftfahrzeuggetriebe nach Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronseinrichtungen mehrerer Schaltpakete (28, 29) gleichzeitig belastet werden können.

4. Kraftfahrzeuggetriebe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Betätigungseinrichtung (12, 13) einen Elektromotor in Verbindung mit einer elektronischen Steuerung aufweist.

5. Kraftfahrzeuggetriebe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor in Verbindung ist mit einer Lineareinrichtung, z. B. einem räumlichen Kurvengetriebe, wie Gewindespindel mit Mutter zur Umwandlung der Rotationsbewegung des Elektromotors in translatorische Schaltbewegung für die Betätigung des Schaltpakets (28, 29).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

